

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-177960

(43)Date of publication of application : 30.06.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/205  
C23C 16/44  
// H01L 21/31

(21)Application number : 08-354381

(71)Applicant : TOSHIBA CERAMICS CO LTD  
TOSHIBA MACH CO LTD

(22)Date of filing : 19.12.1996

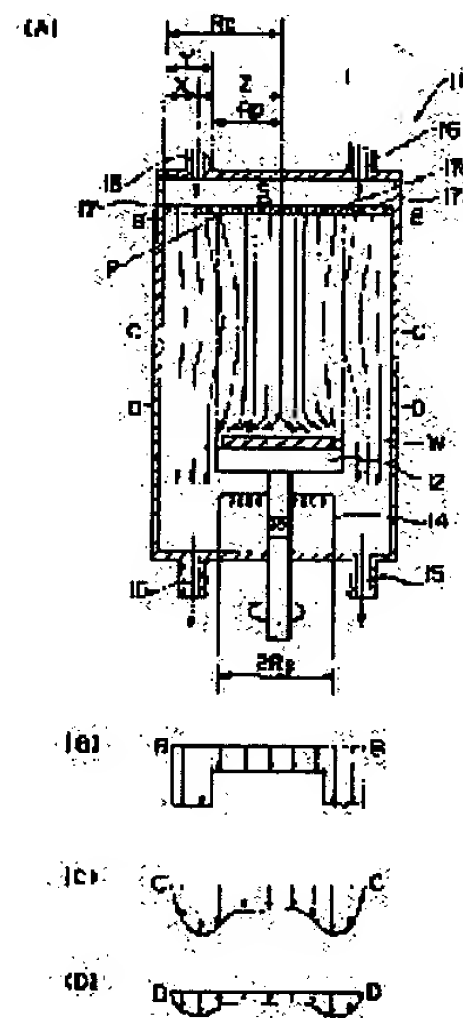
(72)Inventor : OHASHI TADASHI  
CHAGI KATSUHIRO  
SHIN TAIRA  
FUJII TATSUO  
IWATA KATSUYUKI  
MITANI SHINICHI  
HONDA YASUAKI

## (54) VAPOR GROWTH DEVICE AND METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a large amount of particles from being generated and attaching themselves to the wall of an oven, a thin film component from depositing on the wall of oven, crystal defects from occurring in a wafer substrate, and dopant from being taken into the periphery of the wafer substrate by a method wherein a gas flow rate at the center of an oven inner space is set different from that at the periphery.

SOLUTION: A boundary between the outer region (X region) and the center region (Z region) of the inner space of a reaction oven is so set as to be equal to or smaller than a difference Y between RD and RP, or  $Y=RD-RP$ , wherein RD denotes the radius of a flow regulating plate 17, and RP denotes the radius of a projected profile (projected profile of a rotating substrate holder 12 orthogonally projected onto a flow regulating plate 17). Furthermore, the ratio of X to Y ( $X/Y$ ) is set in a range from 0.02 to 1.0 ( $0.02 \leq X/Y \leq 1$ ), preferably in a range from 0.05 to 0.5, wherein X denotes the width of the outer region. The flow rate ratio of VX to VZ ( $VX/VZ$ ) is set within a range of 5 to 30 preferably 10 to 20, whereby reaction gas is prevented from rising upward, wherein VX denotes a gas flow rate in the outer region (X region), and VZ denotes a gas flow rate in a region other than the X region.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-177960

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

FI

H01L 21/205

H01L 21/205

C23C 16/44

C23C 16/44

D

// H01L 21/31

H01L 21/31

B

審査請求 未請求 請求項の数14 FD (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平8-354381

(22) 出願日 平成8年(1996)12月19日

(71) 出願人 000221122

東芝セラミックス株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(71) 出願人 000003458

東芝機械株式会社

東京都中央区銀座4丁目2番11号

(72) 発明者 大橋 忠

神奈川県秦野市曾屋30番地 東芝セラミックス株式会社開発研究所内

(72) 発明者 茶木 勝弘

神奈川県秦野市曾屋30番地 東芝セラミックス株式会社開発研究所内

(74) 代理人 弁理士 赤野 牧子 (外1名)

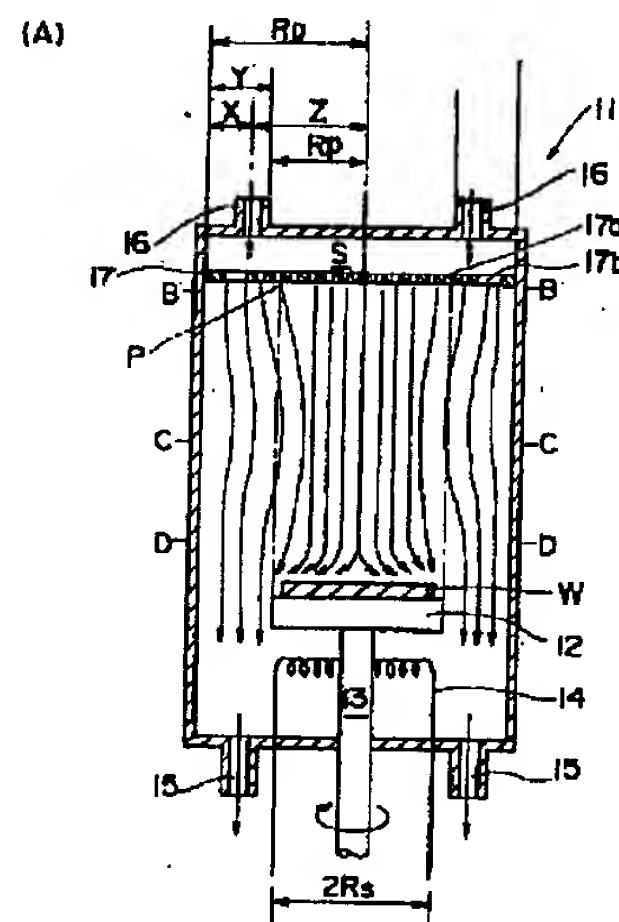
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気相成長装置及び気相成長方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高品質が要求される半導体ウエハ基板の製造工程に適用される気相中のパーティクル及び炉壁への析出物の発生が少なく、均一な膜厚の薄膜が形成され、抵抗値のばらつきが無く均質で結晶欠陥の少ない半導体ウエハ基板を得るための気相成長装置の提供。

【解決手段】 中空の反応炉の頂部に複数の反応ガス供給口、底部に排気口、内部にウエハ基板を載置する回転基板保持体、及び、内部上部に天井部と空間域を形成して複数のガス孔が穿設された整流板を有して、内部に反応ガスを供給して回転基板保持体上のウエハ基板表面に薄膜を気相成長させる気相成長装置において、炉内の中央部と外周部とのガス流速が異なるように形成されてなることを特徴とする気相成長装置。前記整流板のガス孔の開口率が、前記整流板に正投影される前記回転基板保持体の投影形状の外周縁より径方向の外部域で他の領域より大きくする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中空の反応炉の頂部に複数の反応ガス供給口、底部に排気口、内部にウエハ基板を載置する回転基板保持体、及び、内部上部に天井部と空間域を形成して複数のガス孔が穿設された整流板を有して、内部に反応ガスを供給して回転基板保持体上のウエハ基板表面に薄膜を気相成長させる気相成長装置において、炉内の中央部と外周部とのガス流速が異なるように形成されてなることを特徴とする気相成長装置。

【請求項2】 前記整流板が炉内周壁に密接し、前記ガス孔の開口率が、前記整流板に正投影される前記回転基板保持体の投影形状の外周縁から径方向の外部域で、他の領域より大きくなる請求項1記載の気相成長装置。

【請求項3】 前記整流板外周縁と炉内周壁とが間隙を有し、該整流板外周縁が、前記整流板に正投影される前記回転基板保持体の投影形状の外周縁から径方向の外部域にある請求項1記載の気相成長装置。

【請求項4】 前記外部域が、前記反応炉内周壁から所定の間隔幅を有し、前記間隔幅( $X$ )と前記整流板相当半径( $R_D$ )と前記投影形状の相当半径( $R_P$ )の差( $Y = R_D - R_P$ )との比( $X/Y$ )が0.02~1.0である請求項2または3記載の気相成長装置。

【請求項5】 前記反応炉の水平断面が円形であり、前記整流板と前記回転基板保持体とが同心状に配設される請求項2、3または4記載の気相成長装置。

【請求項6】 前記空間域が、その内部で前記整流板に正投影される前記回転基板保持体の投影形状の外周縁から径方向の外部域に配置される仕切部材により少なくとも二区分されると共に、各区分に2以上の反応ガス供給口がそれぞれ配設される請求項1に記載の気相成長装置。

【請求項7】 前記外部域が、前記反応炉内周壁から所定の間隔幅を有し、前記間隔幅( $X$ )と前記整流板相当半径( $R_D$ )と前記投影形状の相当半径( $R_P$ )の差( $Y = R_D - R_P$ )との比( $X/Y$ )が0.02~1.0である請求項6記載の気相成長装置。

【請求項8】 前記反応炉の水平断面が円形であり、前記整流板と前記回転基板保持体とが同心状に配設される請求項6または7記載の気相成長装置。

【請求項9】 前記区分毎に、前記反応ガス供給口を介して別個の反応ガス供給系統が連絡されてなる請求項6、7または8記載の気相成長装置。

【請求項10】 前記反応炉の中空内部が、相当内径が異なる上下部に区分され、上部の相当内径が下部の相当内径より小さく、且つ、上部下端と下部上端とが接続されて中空内部が連続してなる請求項1~9のいずれかに記載の気相成長装置。

【請求項11】 前記請求項1~10のいずれかに記載の気相成長装置を用いて反応ガスを前記整流板を流通させて整流すると共に、流通整流後の反応ガス流速が、前

記他の領域より前記外部域で高速となって前記回転基板保持体上のウエハ基板表面上に供給されることを特徴とする気相成長方法。

【請求項12】 前記外部域のガス流速( $V_X$ )と前記他の領域のガス流速( $V_Z$ )との流速比( $V_X/V_Z$ )が5~30の範囲にある請求項11記載の気相成長方法。

【請求項13】 中空の反応炉内に上方より反応ガスを供給し整流後、下方の支持回転されるウエハ基板上に反応ガスを流下させてウエハ基板表面に薄膜を気相成長させる方法であって、前記整流後に、反応炉内壁周辺域のガス流速( $V_X$ )がウエハ基板上方域のガス流速( $V_Z$ )より高速となるように反応ガスを供給することを特徴とする気相成長方法。

【請求項14】 前記反応炉内壁周辺域のガス流速( $V_X$ )と前記ウエハ基板上方域のガス流速( $V_Z$ )との流速比( $V_X/V_Z$ )が5~30の範囲にある請求項13記載の気相成長方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は気相成長装置及び気相成長方法に関し、詳しくは高品質が要求される半導体ウエハ基板の製造工程に適用される気相中のパーティクル及び炉壁への析出物の発生が少なく、均一な膜厚の薄膜が形成され、抵抗値のばらつきが無く均質で結晶欠陥の少ない半導体ウエハ基板が得られる気相成長装置及び気相成長方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図7は、従来の気相成長装置の一例を示す概略説明図(A)及びその装置内の(A)に示した所定位置B、C及びDにおけるそれぞれの垂直方向のガス流速分布図(B)、(C)及び(D)である。なお、

(A)中の矢印付きの線分は、装置内のガス流を模式的に示したガス流線図である。図7(A)において、一般に円筒状の反応炉71内の下部には、例えばシリコンウエハ等のウエハ基板Wを載置する回転基板ホルダー72、回転基板ホルダー72を回転させるための回転軸73及び加熱用のヒータ74が配設され、回転軸73には回転駆動するモータ(図示せず)が接続されている。また、反応炉71底部には未反応ガス等を排気する複数の排気口75、75が配設されて排気制御装置(図示せず)に接続されている。一方、反応炉71の頂部には炉内に原料ガスやキャリアガスの反応ガスを供給する複数のガス供給管76、76と円盤状の整流板77とが配設され、整流板77には、ガスの流れを整える多数の孔77aが穿設されている。従来の気相成長装置は上記のように構成され、モータの回転駆動によって所定の回転数で回転する回転基板ホルダー72上に載置された基板Wは、回転しながらヒータ74により所定温度に加熱される。同時に、反応炉71内には原料ガスやキャリアガス



等の反応ガスを複数のガス供給管76、76を介して導入しガス運動量や圧力分布を均一化し、次いで反応炉内のガス流速分布が均一になるように整流板77の多数の孔77aを通過させ、回転基板ホルダー72上のウエハ基板Wに反応ガスを均一に供給して薄膜を気相成長させている。

【0003】上記したような半導体ウエハ上へ薄膜を形成する気相成長装置においては、薄膜形成ガスによるパーティクルの発生や反応炉内壁への析出物の付着を防止するため、また、薄膜形成時の不都合により結晶欠陥が生じないようにして薄膜が均質で且つ膜厚が均一な薄膜形成ウエハが得られるように各種の提案がなされている。例えば、特開平5-74719号公報では原料ガスの供給流量を所定に制御して反応炉内の温度変化を防止することにより結晶欠陥の防止を図っている。特開平5-90167号公報では薄膜形成時のウエハ基板の面内温度分布を均一にするように原料ガス量、炉内圧力、回転基板ホルダーの回転数等を所定に制御してスリップの防止を図っている。特開平6-216045号公報では析出物が生じ易い反応炉内壁の一部に内周面を平滑に維持して遮蔽管を配設し、薄膜形成操作を行った後の反応炉洗浄を容易にすると共に、ガス流を層流状態に維持して均質な薄膜の形成を図るものである。また、特開平7-50260号公報では、反応炉上部に複数の孔を有する整流板上への原料ガスやキャリアガスの導入を複数の供給管を介して行うと共に流入方向を所定にすることにより、ガス運動量やガス圧を均一にして均一な流速で原料ガス等を基板上に供給して薄膜厚の均一化を図るものである。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の各種提案の従来の気相成長装置においても、薄膜成長させたウエハ基板で、結晶欠陥が生じたり、パーティクル付着等の不都合が十分に防止できるまでには到っていない。また、特に近年の半導体における超高集積化に伴い、ウエハ基板は、ますます高品質化が要求されるようになったことから、薄膜形成ウエハ基板の僅かな欠陥の品質低下も問題になることが多くなっている。本発明は、このような従来の気相成長装置による気相成長薄膜形成でのウエハ基板の品質低下に鑑み、それらを解決する目的でなされたものである。発明者らは、先ず、従来の気相成長装置で生じている現象について詳細に検討した。その結果、反応炉壁にパーティクルが多く付着する現象が観察され、そのため、メンテナンスサイクルを短縮させたり、この反応炉壁に付着したパーティクルが、ウエハ基板に付着し結晶欠陥の原因となったり、付着パーティクルとして直接にウエハ品質の低下をもたらす原因となっていることを知見した。

【0005】発明者らは、上記知見から、更に、反応炉壁でのパーティクル多量付着現象の原因を見出すべく、

反応炉内での原料ガス流れ等を検討した。その結果、下記する現象が反応炉内で生じることが更に明らかになった。即ち、①上記図7に示した従来の反応炉71において、シリコン原料ガス等の反応ガスは頂部より導入され均一な流速でウエハ基板W上に供給され薄膜形成に供されると同時に、反応炉下部がヒータ74で加熱されていることから、ウエハ基板W近傍に到達した反応ガスも加熱昇温される。その結果、図7の(A)のガス流線図、また(B)、(C)及び(D)の流速分布で示したように、炉内(B)域ではガスはほぼ均一な流速で流下するが、(C)域では炉内周壁付近でガス流速が低下し、

(D)域では反応炉内周壁に沿ってガス流が上昇流に転じる。このため、反応ガスの舞上り現象が生じ、ガス渦流の発生が起こる。②また、加温された反応ガスが上昇することから、反応炉71内全域の温度も上昇し気相中の薄膜形成原料ガスの均一核生成が増大し、気相中のパーティクル発生が増大する。③更に、上記ガス渦流が発生すると、回転基板ホルダー72上のウエハ基板Wの外周部で反応ガス中のドーパントの再取込が起こるおそれが生じ、得られるウエハ基板の面内抵抗値分布の不均一化の原因ともなる。

【0006】上記した各種の不都合を引き起こすガス渦流の発生は、従来の反応炉において、回転基板保持体の軸方向へのガス流速を約1 m/s以上の極めて速くすることである程度は抑制できる。しかし、そのためには大量のキャリアガスを流す必要があり、工業的には実用性に乏しいものとなる。このため、発明者らは前記した薄層形成ウエハ基板の品質低下や反応炉のメンテナンスサイクルの短期化等の不都合の原因が、主に反応炉内でのガスの上昇流によるガス渦流の発生とガス流の乱れにあるとして、これらガス渦流発生を防止するべく鋭意検討した。その結果、反応ガスを均一な流速で回転基板保持体上に供給するために配設される整流板の開口率が、従来、全域で均等に約10%に調整されていたのに対し、所定領域で開口率を変化させることにより上昇ガス流を効果的に抑制できることから、上記したパーティクルの多量発生、炉壁へのパーティクルの多量付着、薄膜形成成分の析出を防止でき、それによりウエハ基板の結晶欠陥の減少やドーパントのウエハ外周部での取込みを防止でき、結晶欠陥が少なく高品質で均一膜厚の薄膜が気相成長したウエハ基板を得られることを見出し本発明を完成した。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、中空の反応炉の頂部に複数の反応ガス供給口、底部に排気口、内部にウエハ基板を載置する回転基板保持体、及び、内部上部に天井部と空間域を形成して複数のガス孔が穿設された整流板を有して、内部に反応ガスを供給して回転基板保持体上のウエハ基板表面に薄膜を気相成長させる気相成長装置において、炉内の中央部と外周部とのガス

流速が異なるように形成されてなることを特徴とする気相成長装置が提供される。

【0008】上記本発明の気相成長装置において、前記整流板が炉内周壁に密接し、前記ガス孔の開口率が、その整流板に正投影される前記回転基板保持体の投影形状の外周縁から径方向の外部域で他の領域より大きくなるようにして、炉内中央部と外周部とのガス流速が異なるようにすることが好ましい。または、前記整流板外周縁と炉内周壁とが間隙を有し、該整流板外周縁が、前記整流板に正投影される前記回転基板保持体の投影形状の外周縁から径方向の外部域にあるようにして、炉内中央部と外周部とのガス流速が異なるようにすることが好ましい。これらの場合、前記外部域が、前記反応炉内周壁から所定の間隔幅を有し、前記間隔幅( $X$ )と前記整流板相当半径( $R_D$ )と前記投影形状の相当半径( $R_P$ )の差( $Y = R_D - R_P$ )との比( $X/Y$ )が0.02~1.0、好ましくは0.05~0.5であることが好ましい。また、前記反応炉の水平断面が円形であり、前記整流板と前記回転基板保持体とが同心状に配設されることが好ましい。即ち、上記開口率を大きくする、また、炉内周と間隙を有する整流板外周縁が位置する外部域の炉内壁からの間隔幅が、整流板と回転基板保持体の各半径の差に等しいか、または、その差の0.02倍以上にあることが好ましい。

【0009】また、上記本発明の気相成長装置において、前記空間域が、その内部で前記整流板に正投影される前記回転基板保持体の投影形状の外周縁から径方向の外部域に配置される仕切部材により少なくとも二区分されると共に、各区分に2以上の反応ガス供給口がそれぞれ配設されて、炉内中央部と外周部とのガス流速が異なるようにすることが好ましい。これらの場合、前記外部域が、前記反応炉内周壁から所定の間隔幅を有し、前記間隔幅( $X$ )と前記整流板相当半径( $R_D$ )と前記投影形状の相当半径( $R_P$ )の差( $Y = R_D - R_P$ )との比( $X/Y$ )が0.02~1.0、好ましくは0.05~0.5であることが好ましい。また、前記反応炉の水平断面が円形であり、前記整流板と前記回転基板保持体とが同心状に配設されることが好ましい。即ち、仕切板が配設される外部域の炉内壁からの間隔幅が、整流板と回転基板保持体の各半径の差に等しいか、または、その差の0.02倍以上にあることが好ましい。また、前記区分毎に、前記反応ガス供給口を介して別個の反応ガス供給系統が連絡されて炉内中央部と外周部とのガス流速が異なるようにすることが好ましい。

【0010】更に、上記の本発明の気相成長装置において、反応炉の中空内部が、相当内径が異なる上下部に区分され、上部の相当内径が下部の相当内径より小さく、且つ、上部下端と下部上端とが接続されて中空内部が連続するように形成することができる。

【0011】また、本発明によれば、上記の気相成長装

置を用いて反応ガスを前記整流板を流通させて整流すると共に、流通整流後の反応ガス流速が、前記他の領域より前記外部域で高速となって前記回転基板保持体上のウエハ基板表面上に供給されることを特徴とする気相成長方法が提供される。この気相成長方法において、前記外部域のガス流速( $V_X$ )と前記他の領域のガス流速( $V_Z$ )との流速比( $V_X/V_Z$ )が5~30で、好ましくは10~20の範囲にあることが好ましい。

【0012】更に、本発明は、中空の反応炉内に上方より反応ガスを供給し整流後、下方の支持回転されるウエハ基板上に反応ガスを流下させてウエハ基板表面に薄膜を気相成長させる方法であって、前記整流後に、反応炉内壁周辺域のガス流速( $V_X$ )がウエハ基板上方域のガス流速( $V_Z$ )より高速となるように反応ガスを供給することを特徴とする気相成長方法を提供する。この気相成長方法において、反応炉内壁周辺域のガス流速( $V_X$ )とウエハ基板上方域のガス流速( $V_Z$ )との流速比( $V_X/V_Z$ )が5~30で、好ましくは10~20の範囲にあることが好ましい。

【0013】本発明は上記のように構成され、原料ガス及びキャリアガス等の反応ガスを複数のガス供給口より空間域に供給することによりガスの運動量や圧力分布を均一化すると共に、整流板のガス孔の穿設開口率が整流板面内の所定の外部域で、その他の領域(主に中心域)より大きくなるようにガス孔を穿設配置することから、整流板より下方の反応炉内壁周辺での反応ガス流速を速くすることができる。このことから反応ガス流は、回転基板保持体上のウエハ基板表面近くに達し、径方向への方向性を有して流通し、その後、未反応ガスは炉内壁周辺の高速のガス流により、前記従来法と異なり、炉壁沿いの上昇流を形成することなく回転基板保持体の外周側から反応炉底部の排気口へ円滑に流通する。従って、炉内ガスの温度上昇が抑制され均一核生成が減少し、パーティクル発生が低減され、炉壁へのパーティクル付着や薄膜形成成分析出、付着パーティクルの落下付着等によるウエハ基板の結晶欠陥の形成を防止することができる。また、円滑なガス流れが維持されることからドーパントのウエハ基板外周部での再取込みが防止でき、ウエハ面内抵抗値のも均一となり、高品質の薄膜形成ウエハ基板を得ることができる。これらは従来の反応炉に配設された整流板が、ガス孔を全域に均等な開口率で穿設形成し、整流板下方の反応炉内で均一な流速となるように調整していたのとは全く異なるものであり、本発明により初めて提案されるものである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基づきに詳細に説明する。但し、本発明は下記実施例により制限されるものでない。なお、下記実施例においては、便宜上、反応炉の水平断面形状が円形の円筒状中空の反応炉について説明するが、水平断面形状は特に制限



されるものでなく角状等でもよい。また、回転基板保持体も同様である。一般的には、円筒状中空反応炉及び円形回転基板保持体が好適に用いられる。

【0015】図1は本発明の気相成長装置の一実施例の概略断面説明図(A)及び装置内の(A)に示した所定位置B、C及びDにおけるそれぞれの垂直方向のガス流速分布図(B)、(C)及び(D)である。なお、

(A)中の矢印付きの線分は、前記の図7と同様に装置内のガス流を模式的に示したガス流線図である。図2は図1に配備される整流板の平面模式図である。図1

(A)及び図2において、反応炉11は、前記した従来の気相成長装置の反応炉とほぼ同様に構成され、炉内の下部には、ウエハ基板Wを載置する回転体12が、回転軸13により回転自在に支持され配設され、その下方には回転体12及びその上に載置されるウエハ基板Wとを加熱するヒータ14が配設される。回転軸13には回転駆動するモータ(図示せず)が接続される。また、反応炉11底部には未反応ガス等を排気する複数の排気口15、15が配設される。一方、反応炉11の頂部には、例えばシラン( $\text{SiH}_4$ )、ジクロロシラン( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ )等の原料ガスや、水素( $\text{H}_2$ )、アルゴン(Ar)、ヘリウム(He)等のキャリアガスからなる反応ガスを供給する複数のガス供給口16、16が配設される。反応炉内部の上部には天井部と所定の空間域Sを保持し、小径のガス孔17a及び大径のガス孔17bがそれぞれ複数穿設された円盤状の整流板17が、供給される反応ガスが偏流することがないように反応炉11の内周面に密接して配備される。

【0016】本発明において、上記反応炉の上部に配備される整流板は、ガス供給口16、16から流入された反応ガスを、多数穿設されたガス孔17a及び17bから反応炉内に流入する。この場合、従来の整流板の均一な開口率と異なり、整流板17の所定の外部域(X域)の開口率が、それ以外の領域、主に中心領域(以下、単に中心域またはZ域とする)より大きくなるようにガス孔を適宜穿設する。この場合、外部域開口率( $O_x$ )と中心域開口率( $O_z$ )の比は、各領域のガス孔を通過して整流された後の反応ガスの流速が後記するような比率( $V_x/V_z$ )となるようにするのが好ましい。通常、 $O_x/O_z$ 比が10~2600に各域のガス孔をそれぞれ穿設する。また、ガス孔の孔形状や穿設配置は、特に制限されるものでなく反応炉の形状や反応条件に応じて適宜選択することができる。例えば、図1及び2に示したように、大小異なる開口径のガス孔を穿設することにより開口率を変化させる方式がある。図1及び図2において、整流板17の中心域には小径のガス孔17aが均等に配置され、外部域には大径のガス孔17bが適宜配置されている。図2に示した大径のガス孔17bの開口部は周方向に長円状に延びた形状であるが、孔形状は円孔や角孔でもよい。また、図3に示したように、同一形

状で同一開口径のガス孔17cを、外部域において単位面積あたりのガス孔の穿設数を中心域より多くすることにより外部域の開口率を大きくすることもできる。更に、本発明の整流板の中心域に穿設するガス孔17aは、いずれの場合においても、中心域のガス孔17aを通過した反応ガスが整流されて、回転基板保持体12上のウエハ基板W表面に均一な流速で流下するように、ほぼ均等に配置される。

【0017】本発明において、上記した開口率を大きくする外部域は、図2に示したように、反応炉下方に配設される回転基板保持体12が正投影して描く投影形状の外周縁Pより径方向に位置する領域を指すものである。即ち、円盤状の回転基板保持体12の正投影により描かれる投影形状の半径 $R_p$ は、回転基板保持体12の半径( $R_s$ )に等しい。本発明の外部域と中心域との境界は、整流板半径 $R_D$ と投影形状の半径 $R_p$ の差 $Y(=R_D - R_p)$ に等しいか、それより小さくなるようにする。即ち、外部域と中心域との境界は、整流板外周部、即ち、整流板が密接する炉内壁から間隔距離(幅)Xを有し、且つ、中心から距離Zを有して位置する場合、 $X \leq Y$ である。従って、 $X=Y$ であれば、 $Z=R_p$ で投影形状の外周縁Pに一致し、 $X < Y$ であれば $Z > R_p$ で外周縁Pより径方向に位置する。更に、外部域の間隔幅Xと上記差Yとの比が $0.02 \sim 1.0$ ( $0.02 \leq X/Y \leq 1.0$ )の範囲、好ましくは $0.05 \sim 0.5$ の範囲となるようするのが好ましい。この $X/Y$ 比が $0.02$ 未満であると、反応炉壁に沿ってガス流の上方への舞上り現象が生じ、ガス渦流の発生を抑制できない。一方、 $1.0$ を超え上記投影形状の外周縁P内まで大きな開口率とすると回転基板保持体までの反応炉内で、好適な均一な流速分布を有する反応ガス流を得ることができず、結晶欠陥のない高品質の薄膜形成ウエハ基板を製造することができない。

【0018】本発明の気相成長装置において、反応炉内上部に配設される整流板は、上記したように外部域(X域)で中心域(Z域)より開口率が大きくなるようにガス孔が穿設形成され、且つ、中心域のガス孔は通過した反応ガスが均一な流速で流下するように均一に配置される。従って、反応炉頂部の複数のガス供給口16、16より空間域Sに導入された反応ガスは、整流板17の各ガス孔を通過して整流されると同時に、X域とZ域とは流速を異にして流下する。また、開口率の大きなX域と開口率の小さなZ域との境界は、上記のように回転基板保持体の正投影した投影形状の外周縁Pにほぼ一致させるか、その外周縁Pから炉内壁方向に位置させる。このため、投影形状の外周縁Pより中心側のほぼ回転基板保持体の上方に位置されて均一に配置されたガス孔17aを通過する反応ガスは、前記したように回転基板保持体12上のウエハ基板W表面に所定の均一な流速(流量)で流下供給される。一方、投影形状外周縁Pより外側に

位置するX域のガス孔17bを通過する反応ガスは、開口率が大であることからZ域のガス孔17a通過のガス量より多量となり速い流速で流下することになる。

【0019】上記のように構成された本発明の気相成長装置を用い、回転基板保持体12上にウエハ基板Wを載置し、その後、排気口15、15に接続されている排気制御装置により反応炉11内を排気し、例えばシランガス等の原料ガスを供給して炉内圧を20～50torrに調整する。一方、モータを稼働して回転軸13を回転駆動させて回転基板保持体12を回転し、その上のウエハ基板Wが同時に回転させられる。同時に、ヒータ14により回転基板保持体12上のウエハ基板Wは、例えば、約900～1200℃に加熱昇温される。また、同時に、ガス供給口16、16から流量を所定に制御しながら原料ガス及びキャリアガスからなる反応ガスを反応炉11内の空間域Sに供給する。複数のガス供給口16、16から空間域Sに供給されるガス流は、運動量や圧力分布が均一化され、更に、整流板17に所定域に応じた開口率で複数穿設されたガス孔17a及び17bを通過して整流され流下する。また、整流板通過後の反応ガスは、供給されるガス量及び開口率に応じ所定流速となる。更に、前記のように回転基板保持体の投影形状の外周縁P近辺より中心側のZ域では、同一径のガス孔17aが均等に穿設されることから、反応ガスはほぼ均一なガス流速でウエハ基板上に流下し、ウエハ基板上に均質な薄膜を均一に気相成長させることができる。

【0020】本発明の反応炉の整流板を通過する反応ガスは、上記の通り、回転基板保持体の投影形状の外周縁P近辺を境として開口率に大小の差のある外部域(X域)と中心域(Z域)とで流速が異なり、反応炉内でガス流速分布に勾配を生じる。例えば、反応ガス流は、図1の(A)のガス流線図、また(B)、(C)及び

(D)の流速分布で示したように、開口率の大きな反応炉内壁周辺のX域で反応ガス流量が多く高流速でほぼ垂直に流下する。この反応炉内壁周辺に形成される流速の速いガス流により、前記した従来の反応炉で観察された反応炉壁に沿うガス流上昇の舞上り現象が抑制され、ガス渦流の発生も防止される。更に、昇温ガスの上昇がないことから反応炉内気相温度が上がることも防止できる。そのため、反応ガス中の原料ガスによる薄膜形成成分の均一核生成が抑制され、炉内気相中で発生するパーティクルが減少する。従って、気相中で発生したパーティクルが、反応炉壁に付着しメンテナンスサイクルを短縮させたり、ウエハに付着し結晶欠陥を生起させたり、付着パーティクルとしてウエハ品質の直接低下をもたらすこと等の従来法での不都合が防止される。

【0021】一方、整流板の中心側のZ域内を流通する反応ガスは、X域に比し開口率が小さくほぼ均等に配置されたガス孔17aを通過して、その中央部においてX域の流速より緩やかでほぼ垂直に均一な流速で流下しウ

エハ基板上に供給され、従来法と同様に均一な薄膜を形成することができる。図1の(A)に示したように、Z域の最外周部では、X域に隣接することからX域の多量に流出する反応ガスの影響を受け、一旦、ガス流線は中心方向に押されるように屈曲する。しかし、炉内壁周辺のX域においてガス舞上り現象やガス渦流の発生がないため、その後はX域を流通するガス流に吸引されるように、ウエハ基板上で径方向へ流通し、Z域の中央部をほぼ垂直に流下した反応ガスと共に径方向へ流れガス流遷移層を形成して、排気口15へ流通することが確認されている。従って、回転基板保持体上のウエハ基板直上では、径方向へのガス流通が妨げられことなく円滑化され、ウエハ基板の中心から外周部へ均等にガスが流通する。このため、ウエハ基板外周部でのドーパントの再取込が生起されることがない。従って、気相成長により均一な薄膜が形成されたウエハ基板の面内抵抗値分布も均一となり、高品質のウエハ基板を得ることができる。

【0022】本発明において、整流板の外部域(X域)と他の領域(Z域)のガス孔を通過して流下する反応ガスのそれぞれの流速 $V_X$ 及び $V_Z$ は、上記した通り整流板のガス孔の開口径や配置数等を適宜調整して開口率を所定にすることにより、 $V_X$ が $V_Z$ より大きくなるように設定される。好ましくは、X域の流速 $V_X$ とZ域の流速 $V_Z$ との比( $V_X/V_Z$ )が5～30、好ましくは10～20となるように設定する。この流速比が5未満であると、反応炉壁に沿って上方へのガス流の舞上り現象及びガス渦流が発生し好ましくない。一方、30を超えると炉壁周辺のX域(外部域)のガス流速が速過ぎるため、回転基板保持体上の回転基板の中央から外周部への遷移層を形成するガス流れを阻害するため好ましくない。本発明において、Z域ガス流速は、一般に0.05～0.7m/sとすることが好ましい。0.05m/s未満であると、X域に隣接する回転基板保持体上のZ域の最外部のガス流が中央側に押されるだけでなく、回転基板保持体上の回転基板の中央から外周部へのガス流れが阻害されるため好ましくない。また、0.7m/sを超えてもより以上の効果は得られない。従来の気相成長装置では、反応ガスを通常比較的速い0.7～1.0m/sで流していたのに対して、本発明の気相成長装置は0.7m/s以下の流速により従来法で生じていたガス舞上り現象やガス渦流を防止でき、キャリアガスを多量に流す必要がなく工業的に極めて実用性が高い。この場合、X域のガス流速は、上記 $V_X/V_Z$ の比率で所定に設定すればよい。

【0023】図4は、本発明の気相成長装置の他の実施例の概略断面説明図である。図4においては、反応炉41内上部の天井部と整流板17とで形成される空間域が、仕切板18により周部空間域 $S_X$ と中央空間域 $S_Z$ とに二区分される以外は図1の装置と同様に構成される。なお、図1と同一の部材には同一符号を付し説明を



省略する。仕切板18は、一般に、前記図1に示した整流板の開口率の変化する外部域と他の領域との境界、即ち、開口率が大きく反応ガス流速の速い外部域(X域)と、開口率が小さく反応ガス流速の遅い他の領域(Z域)との境界に配設され、外部域の炉内周壁からの間隔幅は、前記と同様である。通常、回転基板保持体12の整流板17への正投影形状の外周縁P近辺に位置して配設される。空間域S<sub>x</sub>にはガス供給口16、16が、また、空間域S<sub>z</sub>にはガス供給口19がそれぞれ別個に配設され、更に、ガス供給口16、16と19には、別々のガス供給システムG<sub>x</sub>及びG<sub>z</sub>がそれぞれ別個に連絡される。これにより仕切板18により区分された各空間域S<sub>x</sub>及びS<sub>z</sub>には、原料ガス、キャリアガス等の反応ガスを別々に供給することができ、要すれば、反応ガスの種類、また混合ガスであればその混合比率、ガス供給時の温度、圧力、流量等の供給条件を種々変化させて供給することができる。例えば、図4においては、図1と同様に整流板17は仕切板18を境にして開口率が異なるように、X域では大径のガス孔17bを、Z域では小径のガス孔17aが穿設されている。また、この方式においては、整流板17全域の開口率を均等にガス孔を穿設して、仕切板18により区分された空間域S<sub>x</sub>及びS<sub>z</sub>に、ガス供給システムG<sub>x</sub>及びG<sub>z</sub>からそれぞれ異なるガス流量で薄膜形成原料ガス及びキャリアガスからなる反応ガスを供給し、整流板17を通過後のガス流が反応炉内のX域でZ域より速い流速となるようにしてもよい。また、X域にはキャリアガスのみを流通させることもできる。

【0024】図5は本発明の気相成長装置の他の実施例の概略断面説明図である。図5において、中空の反応炉51内が、上部1と下部2とに区分され上部1が下部2より細く形成され、上部内径D<sub>1</sub>が下部内径D<sub>2</sub>より小さくD<sub>1</sub><D<sub>2</sub>であり、大径の下部2の上端部Uと小径の上部1の下端部Bとが連結部20により接続され、炉内空間が連続される以外は図1の装置と同様に構成される。なお、図1と同一の部材には同一符号を付し説明を省略する。図5の反応炉51において、回転基板保持体12は上面が反応炉上部下端Bより所定の高低差(H)を有して下方に位置して配設される。反応炉上部1の側壁面は、通常、下部2の側壁面と平行に垂直に形成され、回転基板保持体12上面に対し垂直に形成される。上記の上部下端Bと下部上端Uとの連結部20は、通常、水平に形成するが、特に制限されるものでなく傾斜状や曲面状に形成してもよい。上記のように構成された反応炉51では、図1の反応炉11と同様に回転基板保持体12の整流板17への投影形状の外周縁P近辺を境に炉内の外部域(X域)でのガス流速を速くすることで、ガス流の舞上り現象やガス渦流の発生が抑制されると共に、炉上部1の内径D<sub>1</sub>が細くなっていることから、ガス流の上方への舞上り現象をより一層抑制でき、

相乗的に気相パーティクルの発生が抑制され、炉壁への付着やウエハ基板への影響を防止でき薄膜形成ウエハ基板の品質が向上し、メンテナンスサイクルも長期となり、工業的利点が著しい。

【0025】また、図5の反応炉において、反応炉上部内径D<sub>1</sub>、下部内径D<sub>2</sub>、回転基板保持体12の径D<sub>s</sub>とが、それぞれ下記のような比率関係にあることが好ましい。例えば、D<sub>1</sub>がウエハ直径より大きく、(1)D<sub>2</sub>/D<sub>1</sub>比が1.2以上(D<sub>2</sub>/D<sub>1</sub>≥1.2)である。D<sub>1</sub>がウエハ直径より小さいと、炉上部1内壁面から脱落したパーティクルが、回転基板保持体12上に載置したウエハ基板に付着し易く、結果的にLPD(ウエハ表面レーザー散乱体(パーティクルを含む))として計測される結晶欠陥が増加するためである。また、通常気相薄膜成長工程で行われるウエハ基板外周部の赤外線による非接触温度測定が困難となるためである。一方、D<sub>2</sub>/D<sub>1</sub>比が1.2より大きいと、反応域のX域とZ域のガス流速比が比較的小さくても、ガス流の上方への舞上り現象を抑制することができる。(2)D<sub>1</sub>/D<sub>s</sub>比が0.7~1.2(0.7≤D<sub>1</sub>/D<sub>s</sub>≤1.2)にある。D<sub>1</sub>/D<sub>s</sub>比が0.7~1.2であれば反応炉のX域とZ域のガス流速比が比較的小さくても、ガス流の上方への舞上り現象を抑制することができる。D<sub>1</sub>/D<sub>s</sub>比が0.7より小さいと、上部1の壁面が回転基板保持体12上に載置されたウエハ基板に近接し過ぎて炉内壁面から脱落したパーティクルがウエハ基板に付着し易くなる。そのため、上記D<sub>1</sub>がウエハ基板直径より小さい場合と同様に、LPDとして測定される結晶欠陥が増加し薄膜形成ウエハ基板の品質が低下するためである。一方、D<sub>1</sub>/D<sub>s</sub>比が1.2より大きくしても、それ以上の効果の向上は得られない。(3)D<sub>2</sub>/D<sub>s</sub>比が1.2以上(D<sub>2</sub>/D<sub>s</sub>≥1.2)である。D<sub>2</sub>/D<sub>s</sub>比が1.2より小さいと、回転基板保持体12上を流通したZ域のガス流が円滑に排気管に流れにくくなるため、回転基板保持体12外側に対向する反応炉内壁にパーティクルが付着したり、未反応ガスが回転基板保持体12の下方で反応して反応炉下部2の内壁に薄膜形成成分が析出しメンテナンスサイクルが短期化するためである。

【0026】更に、図5の反応炉51は、上記のように回転基板保持体12の上面が反応炉上部1の下端Bより下方で所定の高低差Hを有して配設される。この高低差Hは、通常、回転基板保持体12上のZ域でのガス流が形成する遷移層、即ち、図5に矢印にて示したように整流板17のガス孔17aを通過して供給された原料ガス等のガス流が回転基板保持体12上で中心から外周方向へのベクトルを有するガス層の厚さ(T)より大きくなるようにするのが好ましい。この高低差Hが遷移層厚Tより小さいと、回転基板保持体12上のウエハ基板Wの中心から径方向へのガス流が、反応炉上部1の下端Bによ



り阻害され、反応炉上部1の側面に沿って上方への舞上り現象が生じ、ガス渦流の発生を助長する。また、回転基板保持体12上面は、反応炉上部1と下部2の連結部20と、平行であることが好ましい。

【0027】また、上記の回転基板保持体12上でのガス\*

$$T = 3.22 (\nu / \omega)^{1/2}$$

(但し、 $\nu$ は反応炉内反応ガスの動粘性係数 ( $\text{mm}^2/\text{s}$ ) を、 $\omega$ は回転の角速度 ( $\text{rad/s}$ ) をそれぞれ表示する。) この場合、 $\omega$ は気相成長装置での薄膜形成稼働中の最小値を採るものとする。例えば、原料ガスがシランガス、キャリアガスが水素ガスであり、回転基板保持体の回転数が500~2000rpm (52~209rad/s) である場合は、遷移層厚Tは約5~50mmとなる。従って、小径の反応炉上部1の下端Bから上記のT値より大きな高低差Hで回転基板保持体上面が位置するように配設することが好ましい。これにより、ウエハ基板上の中心から外周へのガス流れがより一層円滑となり、炉内壁に薄膜形成原料のパーティクルの付着がなく、また得られる薄膜形成ウエハは結晶相に欠陥がなく均一な薄膜が形成される。

【0028】図6は本発明の気相成長装置の他の実施例の概略断面説明図である。図6において、小径上部1と大径下部2とに反応炉61が上下に区分され、上部1と下部2との連結部20に整流用ガスを流出するための整流ガス流出孔20aが複数穿設されると共に、反応炉上部1の外周面全域を包囲して二重環状になし、中空環状部21により整流ガス流出孔20aが穿設された連結部20を気密に包囲し、中空環状部21に整流ガス供給口Iを設けた以外は、図5の装置と同様に構成される。なお、図5と同一の部材には同一符号を付し説明を省略する。図6の反応炉51において、上記連結部20に穿設された整流ガス流出孔20aからは、未反応ガスの排気口15、15への流れを円滑に行うために整流用ガスを流出することができる。整流用ガスは一般に上記キャリアガスが用いられ、通常、反応炉のガス供給口16、16から導入されるキャリアガスと同一ガスを流出する。この整流ガス流出により、X域の高流速の反応ガスとの相乗効果により、ウエハ基板Wに達し薄膜成長に供された後の未反応ガスが、ガス渦流やガス流の荒れを生じることなく回転基板保持体12外周側を流通し円滑に排気口15、15から排出され、反応炉下部での薄膜形成成分の析出もなく、炉のメンテナンスサイクルの長期化を図ることができる。

【0029】図6の反応炉61において、X域の反応ガスの流速 ( $V_x$ ) と整流ガス流出孔20aからの整流用ガスの流速 ( $V_i$ ) との比 ( $V_i/V_x$ ) が0.05~2 ( $0.05 \leq V_i/V_x \leq 2$ ) となるように流出することが好ましい。 $V_i/V_x$ 比が上記範囲内となるように、連結部20の整流ガス流出孔20aより整流用ガスを流出することにより、回転基板保持体上の反応ガスの\*

\*ス流の遷移層厚さTは、従来から用いられる一般的な反応炉において、主に反応炉内の雰囲気ガスの種類、反応炉内圧力、回転基板保持体の回転数により変化するが、下記式(1)で算出することができる。下記式(1)は、流体力学により一般的に示されるものである。

(1)

※流れ及び回転基板保持体外周側から反応炉下部中空部への未反応ガスの流れが、ガス渦流やガス流れ荒れを生じることなく円滑となり、結晶欠陥が少なく均質な高品質の薄膜形成ウエハ基板を得ることができる。 $V_i/V_x$ が0.05未満であると、回転基板保持体12外側に位置する反応炉下部の径拡大部分の20aからの整流用ガスを流す効果が得られない。また、 $V_i/V_x$ が2を超えると、回転基板保持体12外側の径拡大部分でのガス流速が早くなりすぎ、回転基板保持体12上での中心から外周への円滑なガス流れが阻害され、均一厚で均質な薄膜成長ができないため好ましくない。

【0030】

【実施例】

20 実施例1~3

前記図1に示した中空の反応炉と同様に構成した断面円形の気相成長装置を用いてウエハ基板上に薄膜を形成した。整流板17は、開口率の大きい外部域(X域)の反応炉内壁からの間隔幅Xと、整流板17の半径( $R_D$ )と回転基板保持体12の半径、即ち整流板17への正投影図形の半径( $R_P$ )との差Yとが、表1に示した比率( $X/Y$ )となるようにX域とZ域の境界を設定し、整流板のZ域には、それぞれ表1に示した直径のガス孔17aと開口率(%)で、X域には表1に示した直径の17bと開口率(%)で、それぞれ穿設して形成し、反応炉に配設した。原料ガスとして $\text{SiH}_4$ ガスを、キャリアガスとして $\text{H}_2$ ガスを、また、ドーパントとしてジボラン( $\text{B}_2\text{H}_6$ )を $\text{H}_2$ ガス中0.1ppm含有させたガスを、X域の反応ガスの流速( $V_x$ )とZ域の流速( $V_z$ )を表1に示した比( $V_x/V_z$ )となるように流量を調整して供給した。また、反応温度、反応圧力及び回転基板保持体の回転数を表1に併せて示した。

【0031】表1に示した気相成長条件下でシリコンウエハ上に $\text{B}_2\text{H}_6$ ドーパントシリコン薄膜の気相成長を行った。気相成長薄膜を形成した後、使用した気相薄膜成長装置の反応炉内壁のパーティクル付着を目視観察し、その多少を表1に示した。また、得られた薄膜形成ウエハ基板面の結晶相の性状についてテンコール社製サーフスキャン6200を用い0.135 $\mu\text{m}$ 以上のLPDの個数を計測し、その結果をウエハ当たりの個数として表1に示した。また、形成薄膜の膜厚を赤外干渉膜厚計により測定し、その最大厚さ( $F_{\max}$ )及び最低厚さ( $F_{\min}$ )を求め、薄膜厚さの均一性を( $F_{\max} - F_{\min}$ )/( $F_{\max} + F_{\min}$ ) $\times 100$ として算出して表1に示した。また、得られた薄膜形成ウエハ基板の抵抗

値をCV法を用いて測定し、その最大値 ( $R_{\max}$ ) 及び最低値 ( $R_{\min}$ ) を求め、ドーパント取込みによる抵抗値の均一性を  $(R_{\max} - R_{\min}) / (R_{\max} + R_{\min}) \times 100$  として算出して表1に示した。

#### 【0032】実施例4

前記図4に示した中空の反応炉と同様に構成した断面円形の気相成長装置を用いてウエハ基板上に薄膜を形成した。整流板17は、全体が表2に示した開口率を有するものを配設した。また、整流板上の空間域には、回転基板保持体との同一径の円外縁部に仕切板18を設置し、上部空間域を  $S_x$  域と  $S_z$  域に二区分した。 $S_z$  域には実施例1と同様の反応ガスを表2に示した条件で供給した流入し、 $S_x$  域には  $H_2$  ガスを表2に示した流量で供給し、シリコンウエハ上に  $B_2H_6$  ドーパントシリコン薄膜の気相成長を行った。反応炉内の観察及び得られた薄膜形成ウエハ基板について実施例1と同様に測定した\*

\*結果を表2に示した。

#### 【0033】実施例5～6

前記図5(実施例5)及び図6(実施例6)に示した中空の反応炉と同様に構成した断面円形の気相成長装置を用いてウエハ基板上に薄膜を形成した。表2に示した条件で装置を形成した。実施例6では連結部20からY域に  $H_2$  ガスを表2に示した流量で、X域の反応ガスの流速 ( $V_x$ ) とY域の流速 ( $V_y$ ) を表2に示した比 ( $V_x / V_y$ ) となるように調整して供給し、シリコンウエハ上に  $B_2H_6$  ドーパントシリコン薄膜の気相成長を行った。反応炉内の観察及び得られた薄膜形成ウエハ基板について実施例1と同様に測定した結果を表2に示した。

#### 【0034】

#### 【表1】

		実施例1	実施例2	実施例3
気相成長条件	温度 (°C)	1000	1000	1000
	圧力 (torr)	40	40	40
	$SiH_4$ ガス流量 (l/min)	0.3	0.3	0.3
	$H_2$ 流量 (l/min)	30	30	30
	$B_2H_6$ 含有 $H_2$ ガス流量 (l/min)	0.01	0.01	0.01
	回転体回転数 (rpm)	2000	2000	2000
	$V_x / V_z$ 比	20	10	30
装置条件	X/Y比	0.05	1.0	0.02
	X域のガス 孔スリット幅 (mm)	2.25	45	0.9
	X域の開口率 (%)	90	90	90
	Z域のガス 孔径 (mm)	1	3	1
	Z域の開口率 (%)	0.115	7.31	0.035
結果	膜厚均一性	3.92	4.11	4.35
	抵抗値均一性	6.12	6.35	6.58
	LPD ( $> 0.135 \mu m$ ) (個)	498	526	672
	反応炉下部でのパーティクル析出	少	少	少

		実施例4	実施例5	実施例6
気相成長条件	温度 (°C)	1000	1000	1000
	圧力 (torr)	40	40	40
	SiH <sub>4</sub> ガス流量 (l/min)	0.3	0.3	0.3
	H <sub>2</sub> 流量 (l/min)	10	30	30
	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 含有H <sub>2</sub> ガス流量 (l/min)	0.01	0.01	0.01
	回転体回転数 (rpm)	2000	2000	2000
	V <sub>X</sub> /V <sub>Z</sub> 比	10	10	10
	連結部またはS <sub>X</sub> : 流量 (l/min)	S <sub>X</sub> : 80	—	20
	V <sub>Y</sub> /V <sub>Z</sub> 比	—	—	1
	X/Y比	—	1.0	1.0
装置条件	D <sub>1</sub> /D <sub>S</sub> 比	—	1.0	1.0
	D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> 比	—	1.25	1.25
	D <sub>2</sub> /D <sub>S</sub> 比	—	1.25	1.25
	H (mm)	—	50	50
	X域のガス 孔スリット幅 (mm)	3	45	45
	X域の開口率 (%)	7.31	90	90
	Z域のガス 孔径 (mm)	3	3	3
	Z域の開口率 (%)	7.31	7.31	7.31
結果	膜厚均一性	3.99	1.04	0.83
	抵抗値均一性	6.20	4.93	4.27
	LPD (>0.135 μm (個))	508	116	85
	連結部でのパーティクルの析出	—	少	無
	下部でのパーティクルの析出	少	少	少

## 【0036】比較例1～2

V<sub>X</sub> /V<sub>Z</sub> が所定より小さい比較例1について、表2に示した条件で整流板を形成し、また、X/Y比が所定より大きい比較例2について、表2に示した条件で整流板を形成し、反応炉に配設した以外は、実施例1の反応炉と同様に構成した気相成長装置を用い、実施例1と同様にしてシリコンウエハ上にB<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ドーパントシリコン 40 薄膜の気相成長を行った。その後、反応炉内の観察及び得られた薄膜形成ウエハ基板について同様に測定した結果を表3に示した。

\*

## \*【0037】比較例3～4

前記図7に示した従来の気相薄膜成長装置の反応炉と同様に、即ち、整流板の開口率が均等に形成されて構成された気相成長装置を用い、表2に示した気相成長反応条件下で実施例1と同様にしてシリコンウエハ表面上にB<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ドーパントシリコン薄膜を形成した。その後、反応炉内の観察及び得られた薄膜形成ウエハ基板について同様に測定した結果を表3に示した。

## 【0038】

## 【表3】



19

20

		比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
気相成長条件	温度 (°C)	1000	1000	1000	1000
	圧力 (torr)	40	40	40	30
	SiH <sub>4</sub> ガス流 (l/min)	0.3	0.3	0.3	2
	H <sub>2</sub> 流量 (l/min)	30	30	30	200
	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 含有 H <sub>2</sub> ガス流量 (l/min)	0.01	0.01	0.01	0.07
	回転体回転数 (rpm)	2000	2000	2000	2000
	V <sub>X</sub> / V <sub>Z</sub> 比	2	20	—	—
装置条件	X/Y 比	0.8	1.3	—	—
	X域のガス 孔スリット幅 (mm)	3 (孔径)	58	—	—
	X域の開口率 (%)	33	90	—	—
	Z域のガス 孔径 (mm)	3	3	—	—
	Z域の開口率 (%)	9.70	5.66	—	—
結果	膜厚均一性	8.69	19.36	8.71	0.98
	抵抗値均一性	31.07	37.45	31.15	8.33
	LPD (>0.135 μm) (個)	33269	89374	33707	1087
	反応炉下部でのパーティクル析出	多	多	多	少

【0039】上記実施例及び比較例より明らかなように、反応炉内壁周辺の所定幅のX域の反応ガス流速を中心のZ域より所定比率で速くした場合には、得られる薄膜形成ウエハ基板表面の結晶相のLPD個数が1000以下で良好な薄膜形成ウエハ基板が得られる。このLPD個数は、流速比が所定比率より低い比較例1及び従来方式でキャリアガスを本実施例と同様に流通させた比較例3に比し約1/50以下であり、また、所定幅より広い領域を流速の速い反応ガスを流した比較例2に比しては約1/130以下である。また、従来方式でキャリアガスを200リットル/分で流通させた比較例4でも1000個以上であることから、本発明の気相成長による薄膜形成が優れることが分かる。また、形成される薄膜厚の均一性も、比較例4のものよりは低いものの良好であり、抵抗値の均一性は比較例4に比しても優れることが明らかであり、キャリアガスを多量に用いることなく、高品質の薄膜形成ウエハ基板を得ることができる。

【0040】

\*【発明の効果】本発明の気相成長装置は、反応炉へ導入する反応ガス流が中央部と外周部とで流速を異ならせて、外周部でのガス流速が大きくなるようにすることから、種々の不都合を生じさせていた反応ガスの上方への舞上り現象を防止できる。そのため反応ガスの温度上昇が抑止でき、薄膜形成原料ガスの均一核生成が抑制され、気相中で発生するパーティクルが減少する。従って、反応炉壁に付着しメンテナンスサイクルを短縮させたり、ウエハに付着し結晶欠陥の原因となるパーティクルが減少することから、高品質の薄膜形成ウエハ基板を製造することができる。また、本発明の気相薄膜成長装置による気相薄膜成長は、反応炉内のガス流れをパーティクルの発生もなく、乱流や偏流を生じることなく安定に維持し、円滑に反応炉内を流通させることができ薄膜を形成するウエハ基板上でも停滞することなく円滑に流通するため、ドーパントの再取込み等も起こらず、得られるウエハ基板の面内抵抗値も均一となり、高集積化用として好適なウエハ基板を得ることができる。

\* 50

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の気相薄膜成長装置の反応炉の一実施例の概略断面説明図

【図2】本発明の整流板の一実施例の平面説明図

【図3】本発明の整流板の他の実施例の平面説明図

【図4】本発明の気相薄膜成長装置の他の実施例の概略断面説明図

【図5】本発明の気相薄膜成長装置の他の実施例の概略断面説明図

【図6】本発明の気相薄膜成長装置の他の実施例の概略断面説明図

【図7】従来の気相薄膜成長装置の一例の概略断面説明図

## 【符号の説明】

- 1 反応炉上部  
2 反応炉下部  
11、41、51、61、71 反応炉  
12、72 回転基板保持体  
13、73 回転軸

14、74 ヒータ

15、75 排気口

16、19、76 ガス供給口

17、77 整流板

17a、17b、17c、77a 整流孔

18 仕切板

19、19'、29 整流ガス導入空間

20 連結部

20a 整流ガス孔

B 上部下端

U 下部上端

W ウエハ基板

S、S<sub>X</sub>、S<sub>Z</sub> 空間部

G<sub>X</sub>、G<sub>Z</sub> ガス供給システム

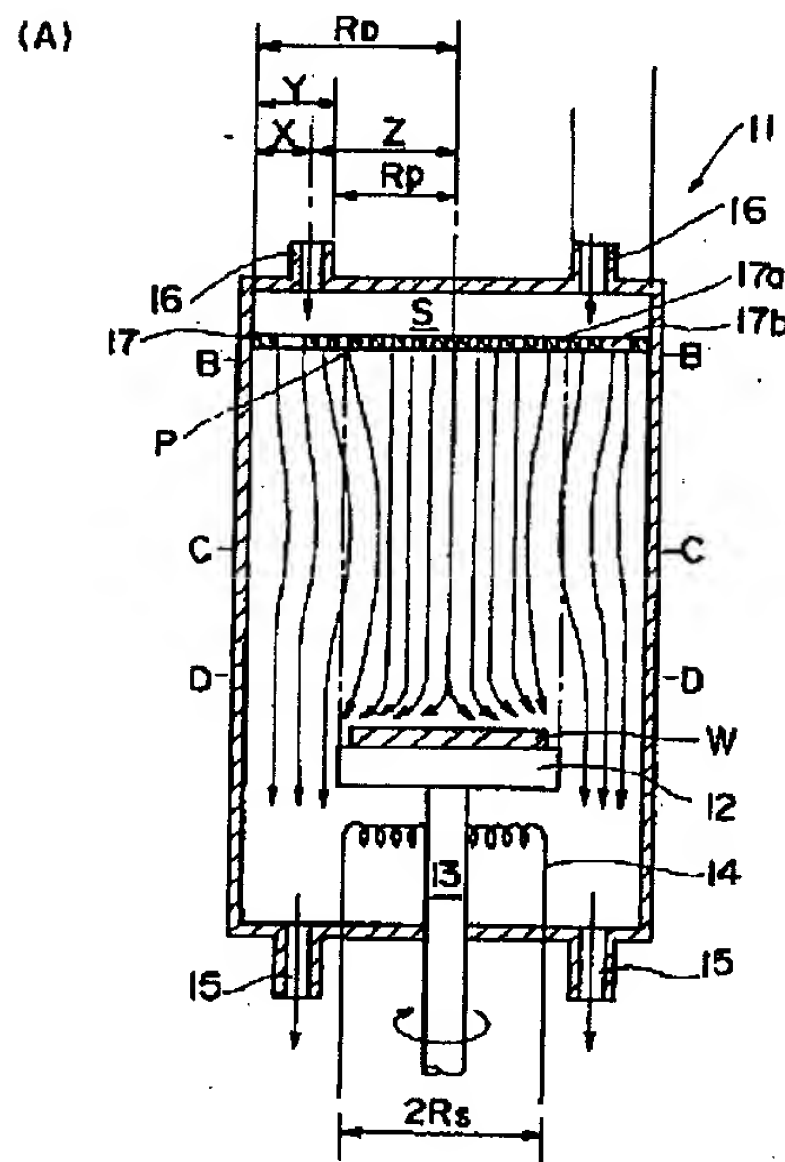
I 整流ガス導入口

D<sub>1</sub> 反応炉上部内径

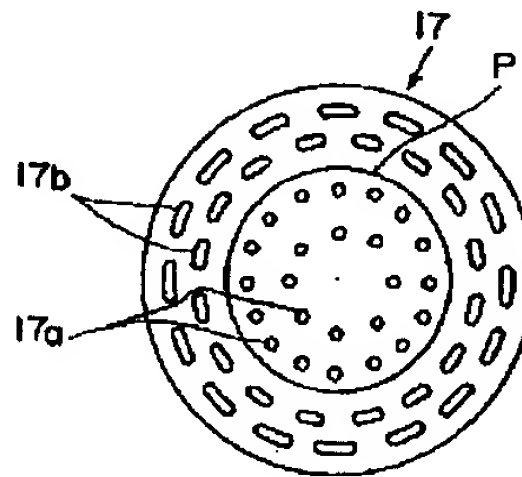
D<sub>2</sub> 反応炉下部内径

D<sub>s</sub> 回転基板保持体直径

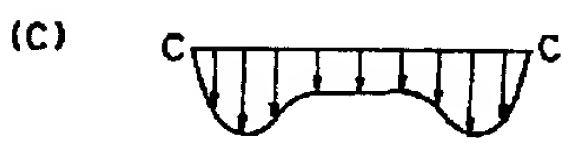
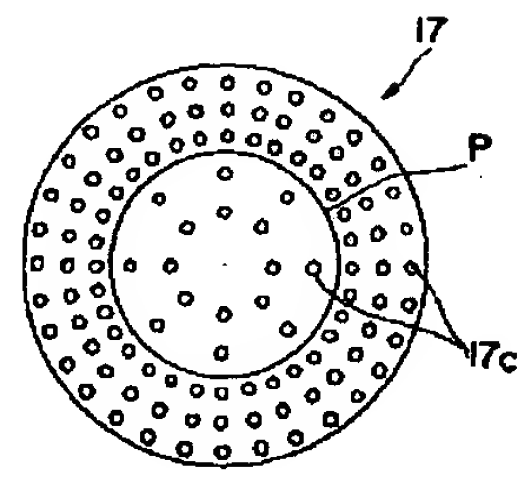
【図1】



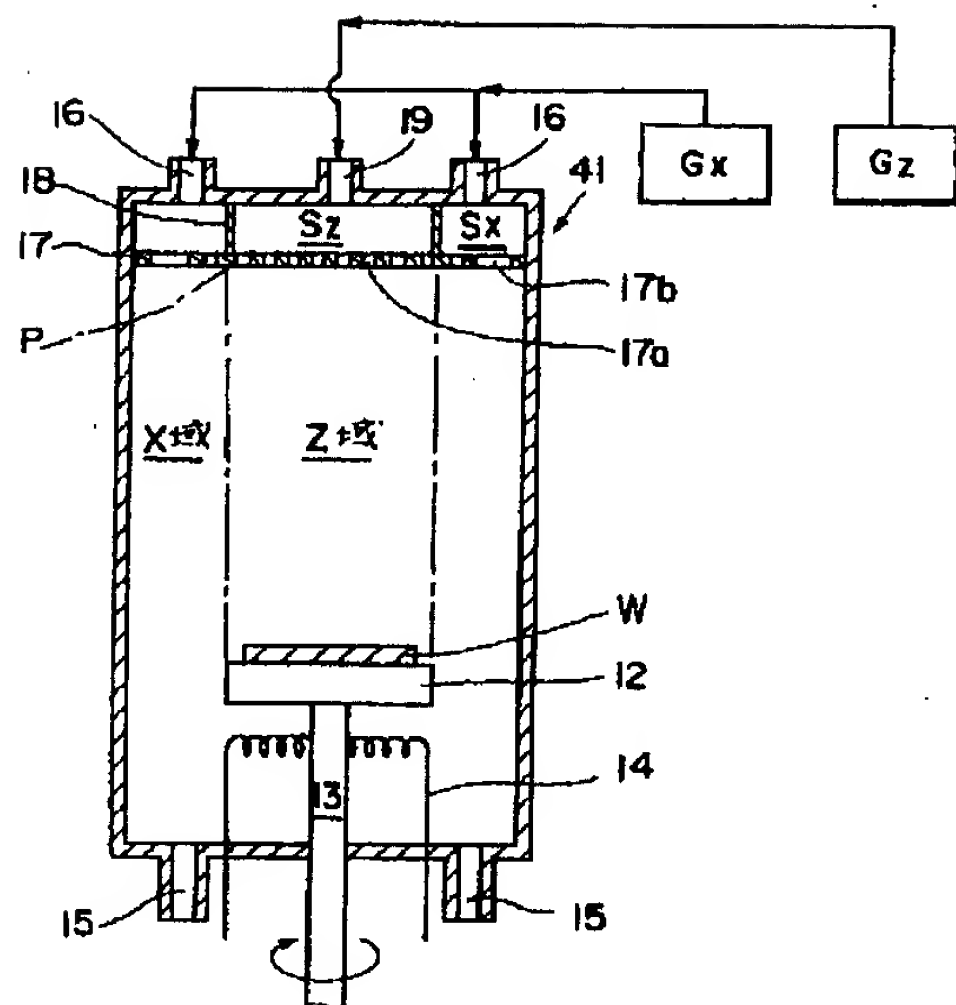
【図2】



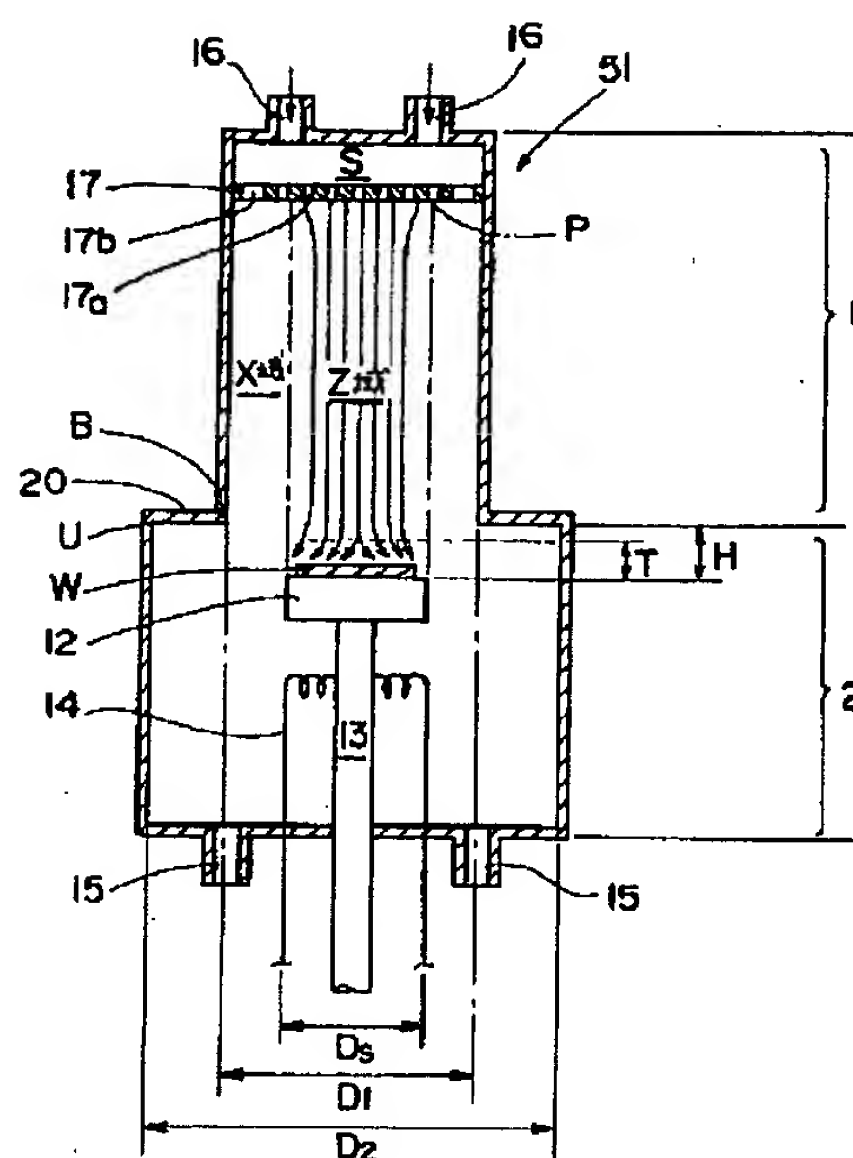
【図3】



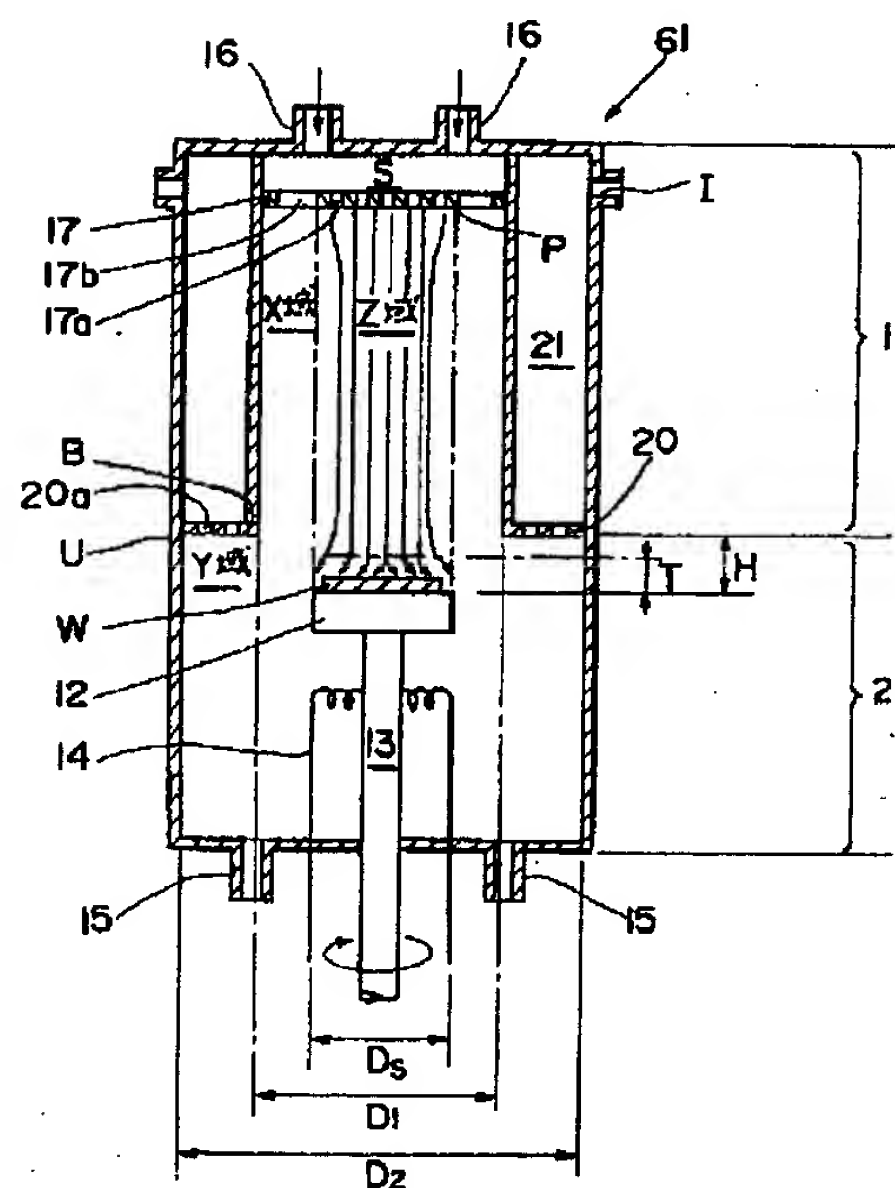
【図4】



【図5】

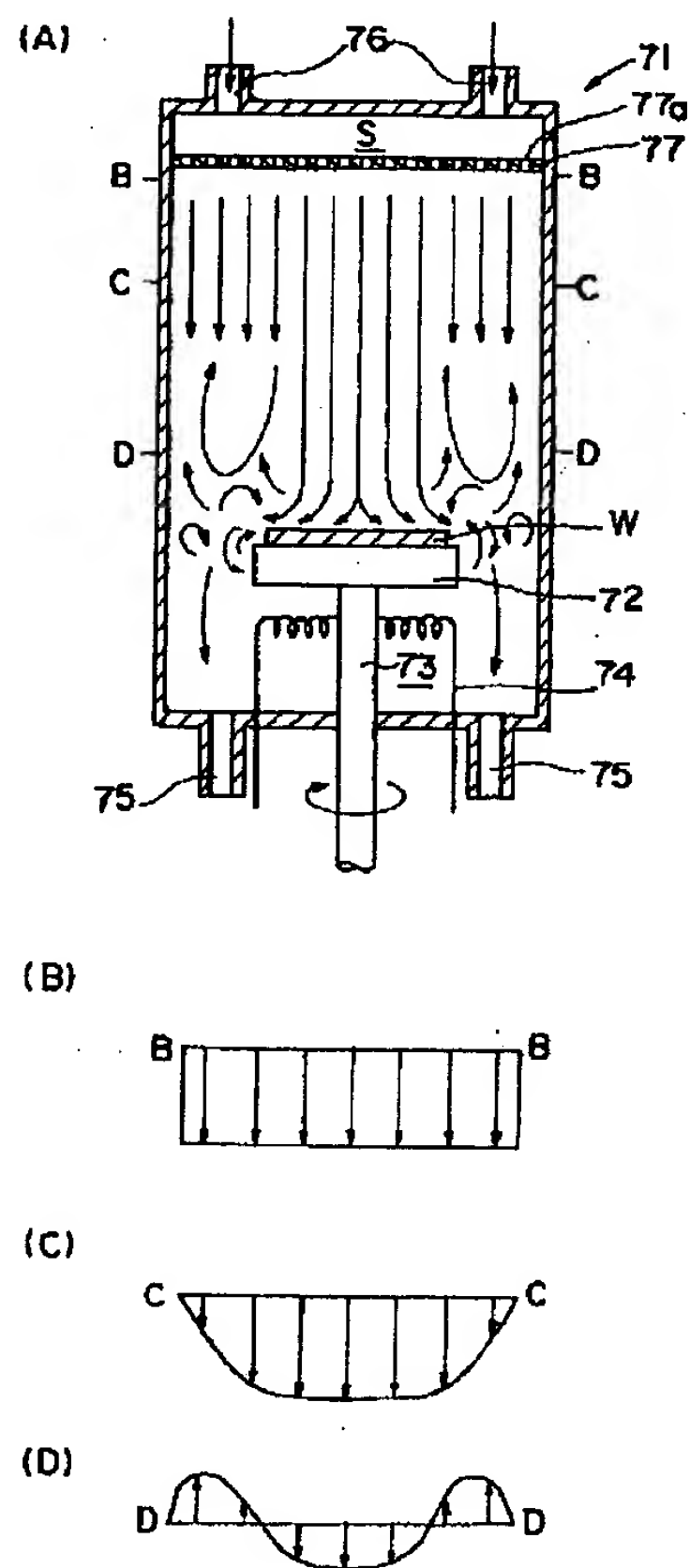


【図6】





【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 辛 平  
神奈川県秦野市曾屋30番地 東芝セラミックス株式会社開発研究所内

(72)発明者 藤井 達男  
山口県徳山市大字徳山字江口開作8231 5  
徳山東芝セラミックス株式会社内

(72)発明者 岩田 勝行  
山口県徳山市大字徳山字江口開作8231-5  
徳山東芝セラミックス株式会社内

(72)発明者 三谷 慎一  
静岡県沼津市大岡2068 3 東芝機械株式会社沼津事業所内

(72)発明者 本多 恭章  
静岡県沼津市大岡2068-3 東芝機械株式会社沼津事業所内